Geobotanische Beobachtungen auf einer Reise in Marokko und in der Sahara.

Von *Constantin Regel*, Kaunas.

Bei der kurzen Zeit, die einem auf einer der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursionen zur Verfügung steht, ist es nicht möglich, eingehendere wissenschaftliche Untersuchungen anzustellen. Man kann aber das, was einem von sachkundigen Forschern gezeigt wird, mit dem eigenen Arbeitsgebiet vergleichen und dabei gewisse vergleichende Betrachtungen anstellen. Dies will ich auch in vorliegendem Aufsatz tun und hierbei einige Probleme berühren, die mich während der Exkursion besonders interessiert haben.

I. Das Problem der Steppe.

«Steppen» trafen wir auf unserer Reise an verschiedenen Stellen, so vor allem im Süden des Departements Oran auf der Fahrt in die Sahara. Es handelte sich hier vor allem um *Stipa tenacissima*- und *Lygeum spartum*-Steppen. Ferner im Westen des Departements Oran (secteur des Hauts Plateaux), im östlichen Marokko und im Haouz bei Marrakesch. Braun-Blanquet (1924, S. 12) spricht sogar von einem «Domaine maurétane steppique» der Mediterran-Region in Marokko und einem «Secteur steppique» (l. c., S. 23). Hier müssen wir uns vor allem die Frage stellen, was ist Steppe, und darauf können wir die zweite Frage beantworten, nämlich: Sind die auf der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion in Marokko beobachteten «Steppen» auch wirklich als Steppen aufzufassen?

Der Begriff «Steppe» ist nach Rübel (1930) ursprünglich ein wirtschaftlicher. Ich würde hinzufügen, ein landschaftlicher, d. h. mit Steppe werden die südlich von der Waldgrenze gelegenen, mit Gras bewachsenen Ebenen bezeichnet, so wie die nördlich der polaren Waldgrenze gelegenen waldlosen Flächen «Tundra» genannt werden. Nach Rübel (l. c.) gibt es zwei Richtungen in der Benutzung des Ausdruckes «Steppe». Ich schliesse mich der zweiten Richtung an, d. h. derjenigen, die den Ausdruck

«Steppe» auf die wiesenartigen Vereine des südlichen Russland beschränkt. Als charakteristisches Merkmal dieser Steppen ist die Schwarzerde zu betrachten. Dies finden wir auch bei den verschiedenen russischen Steppenforschern. Wer den Ausdruck Steppe zuerst in der wissenschaftlichen Literatur gebraucht hat, ist mir nicht bekannt; ich vermute, es war Pallas, der von der früheren Bewaldung der russischen Steppen spricht.

Eine weite Fassung des Begriffes Steppe finden wir bei Humboldt, der den Anstoss zur weiten Fassung des Ausdruckes und damit zum Missbrauch dieses Wortes gegeben hat. Wie die russischen Botaniker das Verbundensein von Steppe und Schwarzerde (Tschernozjem) betonen, ersieht man aus den Äusserungen einiger Forscher, wie z. B. Krasnow (1924, S. 14): «Die Schwarzerde ist eine Folge der Existenz der Steppe.» Korshinski (1901, p. 599): «Der Boden der Steppe ist Schwarzerde, nach Süden hin wird sie weniger mächtig, ärmer an Humus, geht in die Kastanienböden über und schwindet dann vollständig.» Keller (1923, S. 94) sagt: «Die Zone der Grassteppen ist zugleich die Zone der Schwarzerde», und in einer späteren Arbeit (1931, p. 1) sagt derselbe Autor: «Die Vegetation der Grassteppen hat die Schwarzerde-Böden geschaffen.» Busch (1936, S. 120) sagt, «dass die Schwarzerde der Charakterboden der Grassteppe ist.» Die Schwarzerde ist, wie aus den Arbeiten der Bodenforscher hervorgeht, ein Produkt der Steppenpflanzen bei bestimmten klimatischen Bedingungen. Wie sind diese beschaffen? Einige Angaben hierüber wollen wir Keller (1923) entnehmen, der zu folgenden Schlussfolgerungen kommt:

1. Der Winter ist mehr oder weniger kalt und anhaltend, mit gut ausgebildeter Schneedecke.
2. Die Schneedecke schützt die oberirdischen Organe der Pflanzen vor der winterlichen Verdunstung und vor der direkten Sonnenstrahlung.
3. Der Beginn der Vegetationsperiode im Frühling ist meist von unbeständigem Wetter begleitet, mit schnellem Übergang von Wärme zum Frost und mit häufigen Frösten.
4. Das Maximum der Niederschläge fällt auf den Sommer (Juni und Juli), häufig nur auf den Juli allein; der Sommer ist sehr heiss und die Vegetation verliert viel Wasser durch Ver-

dunstung. Die Niederschläge sind ungleichmässig verteilt, so dass die Vegetation nicht selten starke Dürre ertragen muss. So beträgt das Mittel für den heissesten Monat in Charkow 20,9° C, die Niederschlagsmenge für denselben Monat beträgt in Charkow 7,0 bis 147,9 mm, das Jahresmittel 1—475 mm. In Akmolinsk, weiter im Osten, beträgt letzteres nur 230 mm. Diese Angaben stimmen mit denen Warmings (1933, S. 991) überein, der ein Jahresmittel von 40—50 cm und als regenreichsten Monat (p. 995) den Juni angibt.

In der an die Steppe angrenzenden Zone der Halbwüste ist der Wasserhaushalt für die Pflanze noch ungünstiger. Keller (1923, S. 79) kommt zu folgenden Ausführungen:

1. Der Winter ist kälter als in der Zone der Grassteppen. Das Mittel für den Januar beträgt z. B. in Tzaritzyn 9,8° C, in Turgai —17,8° C.

2. Die Schneedecke ist schwach entwickelt und schützt daher die Vegetation nur in sehr geringem Grade.

3. Im Frühling ist schneller Übergang von winterlicher Kälte zur Wärme zu verzeichnen, insbesonders ist dies im Osten charakteristisch.

4. Die Dauer der Vegetationsperiode ist kurz, an den im Osten gelegenen Stationen kürzer als an den Stationen des Westens. Die Vegetationsperiode wird länger beim Übergang von der Grassteppe zur Halbwüste.

5. Der Sommer ist in der Halbwüste trockener als in der Grassteppe.

Das Maximum der Niederschläge fällt auf den Sommer (Juni und Juli) und nur im Südosten fällt es in den Frühling (Mai). Das Mittel für den Juli beträgt für Tzaritzyn 24° C, für Turgai 23,7° C.

6. Die Vegetation ist niedrig und wenig dicht. Daher wird der Boden stärker erwärmt und verliert durch Verdunstung einen grösseren Prozentsatz Wasser. Im Winter wird der Boden stärker abgekühlt, insbesondere wenn die Fröste vor dem Schneefall eintreffen. Die Schneedecke wird leichter vom Winde weggeweht. Der Koeffizient des Abfliessens der Niederschläge im Verhältnis zum Versickern in die Erde wird grösser.

Die russischen Pflanzengeographen geben eine Reihe Einteilungsversuche der Steppe. So unterscheidet Keller (1923 und 1927) die Grassteppe, die Halbwüste und die Wüste. Busch

(1936, S. 123) unterscheidet in der Zone der Steppen drei Unterzonen: die Waldsteppe, die *Stipa*-Steppe und die Halbwüste. In der ersteren ist die sogenannte Wiesensteppe charakteristisch ausgebildet, in der zweiten ist es die *Stipa*-Steppe in verschiedener Ausbildung, in der dritten die Wüsten-Steppe oder Halbwüste. Nach Keller (1923, S. 117) hat jede dieser Zonen einen charakteristischen zonalen Vegetationstypus.

Nach diesen einleitenden Erörterungen können wir zur Beantwortung der von uns gestellten Frage übergehen: Sind die von uns im Süden von Oran und in Marokko beobachteten «Steppen» als Steppen anzusehen oder nicht? Dazu müssen wir zuerst das Klima dieser Länder betrachten.

Beginnen wir mit Marokko. Eine Übersicht des Klimas finden wir bei Emberger und Maire (1934), denen wir folgendes entnehmen wollen: Das Klima ist mediterran und nur im Süden trägt das Klima tropischen Charakter. Den grössten Niederschlagsmengen, d. h. über 800 mm, begegnet man im Gebirge, im Rif und im Mittleren Atlas. Die geringsten Niederschläge finden wir im Süden, z. B. in Tiznit (164 mm) und einigen wenigen andern Orten, Agadir (187 mm), Taroudant (196 mm). Diese Gegenden fallen in unserer Betrachtung fort. Das Maximum der Niederschläge fällt in den November und März. Es gibt jedoch einige wenige Ausnahmen. Nirgends fällt aber das Maximum in den Sommer. Dieser ist immer die trockene Saison, ohne oder fast ohne Niederschläge. Dadurch unterscheidet sich das Klima Marokkos vom Klima der Steppe.

Die Böden Marokkos sind wenig erforscht. Einige kurze Angaben finden wir ebenfalls bei Emberger und Maire (l. c., S. 172 ff.). Da die sogenannten feuchten Böden sehr selten sind und nur im Gebirge vorkommen, bleiben für die Ebenen nur die sogenannten «ariden» Böden, d. h. Böden, die einen aufsteigenden Wasserstrom aufweisen. Auf Kalk bildet sich eine feste Kruste, die wir öfters haben beobachten können. Nach einer andern Klassifikation (l. c., S. 174) unterscheidet man sandige alluviale Böden und solche, die auf einem festen Untergrund lagern. Zu den letzteren gehören die roten Böden, sogenannte «hamri», die sogenannten «tirs», d. h. mehr oder weniger schwarze Böden und die terra rossa.

Ferner noch die braunen Böden, salzige Böden und Moorböden. Wir ersehen aus der Zusammenstellung, dass die Schwarzerde, im Gegensatz zur Angabe bei Warming (1933, S. 991), in Marokko fehlt. Die schwarzen Böden, die sogenannten Tirs, sind anders entstanden und verdanken ihre schwarze Farbe nicht organischen Stoffen, sondern wahrscheinlich Manganverbindungen (Emberger et Maire, l. c., S. 183).

Wir sehen also, dass die Bedingungen der Umwelt, Klima und Boden, in der Zone der Steppen gänzlich verschieden sind von denen in Marokko, das in der Mediterranis liegt. Bleibt nur noch die Vegetation übrig, die physiognomisch vielleicht einige Ähnlichkeit aufweisen könnte. Aber darüber später. Jedenfalls fehlt in Marokko das, was man in Osteuropa unter «Steppe» versteht, d. h. ein wiesenartiger Pflanzenverein auf Schwarzerde von mehr oder weniger xerophytischem Charakter, also ein Duriherbosum (Rübel, 1930, S. 186). «Steppe» ist nur eine Form des Duriherbosum, aber auf Schwarzerde. Es würde ja niemandem einfallen, alle Wüsten, also alle Siccideserta «Sahara» zu nennen, nur weil die Wüste zuerst in der Sahara beschrieben wurde. Marokko hat also «Hartwiesen», aber keine Steppen. Marokko, vergessen wir nicht, ist mediterran, die Steppe des östlichen Europa hingegen ist streng kontinental. Auch Gams (1933) unterscheidet streng zwischen den «kontinentalen, winterrauhen Steppen mit vollkommener Winterruhe und den mediterranen, wintermilden oder pseudokontinentalen Steppen, welche trotz ähnlicher Sommerdürre viel weniger waldfeindlich sind.»

Anders verhält es sich mit der «Steppe» im Süden von Oran, die wir bei Ain Sefra am Fusse des Djebel Aissa sehen konnten. Auf weite Strecken erstreckt sich hier das *Stipetum tenacissimae*, ohne jedoch einen geschlossenen Rasen zu bilden. Es ist eine typische Halbwüste, aber keine Steppe, deren Kennzeichen ja die Schwarzerde ist.

Auch weiter im Osten, in der Hochsteppe Algeriens, ist die von Rikli, Schröter und Tansley (1913) beschriebene Steppe aus *Stipa tenacissima* und *Artemisia herba alba* als Halbwüste anzusehen. Es ist der gleiche Vegetationstypus, den Keller (1927) bei Krasnoarmeisk in Russland als Halbwüste beschreibt.

Diese Halbwüste erstreckt sich weiter nördlich von Ain Sefra, wo die Niederschlagsmenge grösser wird. Leider war es nicht mehr möglich, diese Halbwüste näher zu untersuchen, vom Eisenbahnzug aus sieht man aber jedenfalls deutlich, dass es sich hier um eine Halbwüste und nicht um eine Steppe handelt. Jedenfalls kann man hier mehrere Assoziationen der Halbwüste unterscheiden, die aus *Stipa tenacissima,* die aus *Lygeum spartum* und die aus *Artemisia herba alba.*

Aber nicht nur im Süden von Oran kommen solche Halbwüsten vor, sondern auch im Gebirge von Marokko, dort, wo die Niederschläge sehr gering werden und das Klima ausgesprochen arid wird. Dies ist z. B. in der Gegend westlich von Oujda der Fall, wo Braun-Blanquet (l. c., S. 19) Halbwüsten mit *Stipa tenacissima* und *Lygeum spartum* beschreibt, oder eine offene Steppe aus *Artemisia herba alba,* die ebenfalls den Charakter der Halbwüste trägt. Der Übergang der Halbwüste (steppes subdesertiques bei Braun-Blanquet, l. c., S. 23) in Kulturland, *Chamaerops*-Gestrüpp und eine Wiesenvegetation («Wiesensteppen») erfolgt unmittelbar, ohne Übergangszone dazwischen.

Im östlichen Teil des Hohen Atlas erstrecken sich nach Humbert (1924) ungeheure «Steppen», die aber, den Abbildungen nach zu urteilen, Halbwüsten sind, bestehend aus *Stipa tenacissima* und aus *Artemisia herba alba.* Sie finden nach Osten hin Anschluss an die Halbwüsten des «Sud Oranais».

Weiter nach Norden beginnen Kulturen; ich vermute, es handelt sich hier um Ländereien, die vorher bewaldet gewesen oder aber eine Art Savanne getragen haben. Eine Steppe kann es nicht gewesen sein, dazu fehlt die Schwarzerde und die klimatischen Verhältnisse würden dagegen sprechen.

Wir können also zum Schluss sagen: Marokko und der Süden von Oran besitzen Halbwüsten und «Hartwiesen», die Steppe fehlt jedoch hier vollständig. Diese Hartwiesen sind wohl zum grössten Teil sekundären Ursprungs, zum Teil den Wiesensteppen ähnlich. Ein zusammenhängender Gürtel von primären Hartwiesen, dem Steppengürtel vergleichbar, scheint in Marokko und im Süden von Oran zu fehlen. Die an die Wiesensteppen Russlands erinnernden Vereine sind sämtlich sekundär, an Stelle von Wäldern oder Gebüsch entstanden.

So wie ich in der Tundra (R e g e l , 1933) eine primäre und eine sekundäre Tundra unterschieden habe, will ich auch eine primäre und eine sekundäre Hartwiese (duriherbosum) unterscheiden. Die erstere ist die natürliche Hartwiese, soweit sie sich noch erhalten hat; die zweite ist diejenige, die durch Einwirkung äusserer Faktoren, sei es der Mensch, seien es natürliche Faktoren, wie z. B. Waldbrand, aus einer andern Pflanzengesellschaft entstanden sind, wie z. B. aus Wald oder Gebüsch oder Savanne. Bedingung ist aber immer ein dem Steppenklima ähnliches Klima, ein semiarides Klima. Auf Schwarzerde würden wir es mit einer primären oder sekundären Steppe zu tun haben.

Die ursprüngliche Pflanzendecke von Marokko ist in grossem Grade durch den Menschen zerstört worden und nicht mehr als ursprünglich aufzufassen. Weite Strecken sind mit sekundären Hartwiesen bedeckt. So z. B. beschreiben B r a u n - B l a n q u e t und M a i r e (1923, S. 32) im Haouz die *Stipa tortilis*-Steppe, von der sie sagen, sie sei an Stelle eines Gestrüpps aus *Zizyphus latus* entstanden. Auch wir, auf unserer Reise durch Marokko, begegneten steppenähnlichen Hartwiesen, die an Stelle eines Gestrüpps aus *Zizyphus lotus* und *Acacia gummifera* durch Einwirken des Menschen entstanden waren, so in der Umgebung von Marrakesch. Auch auf der Fahrt von Marrakesch nach Beni Mellal und Khenifra sah man häufig *Zizyphus lotus*-Sträucher als Reste eines Gebüsches oder vielleicht auch Waldes. Jetzt erstrecken sich hier weite Getreidefelder oder auch Wiesen, die ich zu den sekundären Hartwiesen rechnen würde.

B r a u n - B l a n q u e t und M a i r e (1923, S. 17) erwähnen westlich von Oujda wiesenartige Vereine mit *Eruca* und andern Arten, die an Stelle von *Zizyphus lotus*-Gebüsch infolge Einwirkens des Menschen entstanden sind. Auch westlich von Marrakesch beschreiben sie (l. c., S. 26) *Zizyphus*-Gestrüppe.

Was das *Zizyphus lotus*-Gebüsch anbelangt, mit Beimischung von *Acacia gummifera,* so ist es zu den regengrünen Gehölzen zu rechnen, den Hiemilignosa R ü b e l s (1930, S. 161), den Hiemifruticeta, d. h. den regengrünen Gebüschen oder Dorngebüschen, die, nach R ü b e l (l. c., S. 164), die regengrünen Wälder oft gegen die Trockeneinöde hin begrenzen.

Sekundäre Hartwiesen entstehen auch an Stelle des *Argania Sideroxylon*-Waldes oder der *Argania*-Savanne und des *Callitris*-Waldes. Solche Hartwiesen, mit nicht geschlossenem Rasen, die man vielleicht auch zu den Wiesensteppen rechnen könnte, da sie im Frühling voller Blüten sind und ein wenig xerophytisches Gepräge tragen, haben wir südlich von Mogador gesehen. Je weiter nach Süden, desto arider wird die Gegend und als Resultat der Rodung und Beweidung entstehen z. T. sekundäre Hartwiesen, z. T. auch sekundäre Trockeneinöden, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Zwischen Oran und der marokkanischen Grenze, also im «secteur des Hauts Plateaux», passierten wir weiter Strecken, die mit einer wiesenartigen Vegetation bedeckt waren. Ähnliche Wiesen sahen wir zwischen Fez und Rabat und auf der Exkursion in den Wald von Mamora, sowie auch weiter südlich bis gegen Azzemur hin, also ungefähr bis zur Südgrenze der früheren Ausdehnung des *Quercus suber*-Waldes.

Hierher gehören auch die obenerwähnten wiesen- oder steppenartigen Vereine westlich von Oujda, die Braun-Blanquet und Maire beschrieben haben. Jedoch überall fehlt das Kennzeichen der Steppe, die Schwarzerde, man sieht Laterit oder auch andere zonale Böden unter dem Rasen. Sind das Wiesen und zu welcher Art Wiesen würden sie gehören?

Eine grosse Analogie besteht zwischen diesen Wiesen und den Wiesensteppen oder, wie sie Korshinski (1901, S. 600) nennt, der Waldsteppe, an der Grenze der Waldzone und der Steppe im östlichen Europa. Nach Gordjagin (1901) und nachher Keller (1923, S. 134, und 1931, S. 319) lassen sich diese Steppen in zwei Gruppen einteilen: die Wiesensteppe mit dichtem Rasen aus Gramineen und die Wiesensteppe ohne solche, sondern aus einem bunten Gemisch aus Kräutern, die keinen dichten Rasen bilden. Diese Wiesensteppe nennt Keller die Kräuter-Wiesensteppe, sie ist schwer von den Waldwiesen und den feuchten Alluvialwiesen zu trennen. Sowohl Gordjagin, als auch Keller sind der Ansicht, dass die Kräuter-Wiesensteppe durch menschlichen Einfluss bedingt ist, ebenfalls ein Teil der Wiesensteppen oder Rasen-Wiesensteppe aus Gramineen. Es wären daher nach meiner Terminologie sekundäre Steppen. Gordjagin (l. c.) sagt, dass

die Wiesensteppen früher bewaldet waren oder wenigstens z. T. Baumwuchs trugen. Rodung und Feuer (Gordjagin, l. c., S. 514) vernichteten den Baumwuchs.

Diese Kräuter-Wiesensteppen, die zudem ein wenig xerophiles Gepräge tragen, würden den Rodewiesen ähnlich sein, die im nördlichen Europa verbreitet sind und aus Kräutern bestehen, jedoch mit dem Unterschied, dass dort die Kräuter einen dichten Rasen bilden, hier, in der Wiesensteppe, aber der dichte Rasen fehlt.

Die erwähnten marokkanischen Wiesen bzw. «Steppen» sind ohne Zweifel ebenfalls sekundären Ursprunges, an Stelle von Waldungen oder savannenartigen Wäldern entstanden. Bei Rabat sind es Wälder aus *Quercus suber,* weiter im Süden vielleicht Savannen aus *Argania Sideroxylon* oder wenigstens lichte Wälder aus solchen. Es würde eine, vielleicht nicht zufällige, Analogie darin liegen, dass an der Grenze der sommergrünen Wälder und der waldlosen Steppe die lichten Eichen- (in Westsibirien Birken-)wälder mit der Wiesensteppe auftreten, an der Grenze des Mittelmeergebietes und der Trockenwüsten jedoch die lichten *Argania*-Wälder. Nur ist letztere Grenze weniger erforscht, als die erstere, wo wir die eingehenden Untersuchungen von Korshinski, Gordjagin (1901) und andern besitzen. Der Unterschied liegt jedoch vor allem darin, dass im Westen zwischen dem sommergrünen Wald und der Trockeneinöde das Mittelmeergebiet liegt mit seinen immergrünen Wäldern, im östlichen Europa hingegen und in Sibirien die waldlose Steppe auf Schwarzerde.

Die «Steppe» im Westen ist hingegen keine wirkliche Steppe, es ist eine Halbwüste oder eine sekundäre Hartwiese, der Wiesensteppe ähnlich, die sich von der Wiesensteppe in Osteuropa durch das Fehlen der Schwarzerde unterscheidet.

So wie durch menschlichen Einfluss die kontinentale Waldgrenze nach Norden verschoben werden kann und an Stelle der Wälder im westlichen Marokko sekundäre Hartwiesen und sekundäre Trockenwüsten entstehen können, so entstehen im Osten an Stelle der Eichenwälder die Wiesensteppen, die eine Art sekundärer Steppe darstellen.

Viele Forscher sprechen von der Baumfeindlichkeit des Steppen- und Wüstenklimas, so z. B. Grisebach (1884), Schim-

per (1908), ferner auch Enculescu (1924) und andere. Nach Brockmann-Jerosch (1919, S. 222, und 1928) kann das kontinentale Klima in einem gewissen Sinne baumfeindlich sein und es kann sich eine kontinentale Baumgrenze ausbilden. Ich persönlich stehe auf dem Standpunkt, dass es kein baumfeindliches, oder wollen wir lieber sagen gehölzfeindliches. Klima gibt, ausgenommen natürlich die Arktis und die Berggipfel. Denn hier ist es die Kürze der Vegetationsperiode, der Klimacharakter, wie die 10° C Julitemperatur (Brockmann, l. c., S. 45) und andere hier nicht näher zu erörternde Gründe, die den Baumwuchs oder vielmehr den Wuchs der Gehölze verhindern.

Das Klima wirkt indirekt und nicht direkt auf die Verbreitung der Gehölze an der kontinentalen Baumgrenze. Nach Brockmann-Jerosch (l. c., S. 8) ist der ausschlaggebende Faktor die Regenarmut. Der Baumwuchs ist jedoch innerhalb der kontinentalen Baumgrenze sofort möglich, sobald Quellen, Fluss- oder Grundwasser auftreten, also wieder edaphische Faktoren. Wir wollen ausser der Wasserarmut des Bodens noch das Vorhandensein von Salzen im Boden hinzufügen, wie es z. B. in regenarmen Gegenden der Fall ist, so z. B. in der Steppe und in der ungarischen Puszta, wo der hohe Salzgehalt des Bodens den Waldwuchs behindert, und nicht das Klima an sich.

Dass die Gehölze grosse Hitze und Trockenheit ertragen können, ersieht man aus folgenden Beispielen: In der Sandwüste Transkaspiens wachsen Bäume und Sträucher wie z. B. *Calligonum Halimodendron argenteum, Haloxylon Ammodendron, Tamarix* u. a. (Tanfiljew, 1902, S. 387). In den Salzwüsten Zentralasiens zählt Korowin (1934, S. 131) *Halostachys caspica, Seidlitzia Rosmarinus* u. a. auf. In der Wüste bei Figuig sahen wir *Pistacia atlantica* und *Phoenix dactylifera* wachsen. Man könnte noch andere Beispiele anführen, aus denen ersichtbar ist, dass in der Trockeneinöde, der Halbwüste und der Steppe Gehölze wachsen können. Rikli und Rübel (1928) erwähnen verschiedene Dornsträucher und *Acacien* in der libyschen Wüste. Die kontinentale Baumgrenze, um den Ausdruck Brockmann-Jeroschs zu gebrauchen, ist nicht durch das gehölzfeindliche Klima hervorgerufen, sondern durch edaphische Verhältnisse. Das Klima bewirkt einen Boden, der den meisten Gehölzen schädlich ist und an

den nur gewisse Arten angepasst sind, insbesondere aus der Familie der *Chenopodiaceen*. Dass das Klima der Sahara an und für sich nicht gehölzfeindlich ist, ersieht man daraus, dass *Pistacia atlantica* und *Phoenix dactylifera* an edaphisch geeigneten Stellen trotz des ungünstigen baum- bzw. gehölzfeindlichen Klimas wachsen können. Der Boden bewirkt eben eine Selektion, nicht jedes Gehölz ist ihm angepasst. Südlich der kontinentalen Baumgrenze kommen nur die Gehölze vor, die den klimatischen und vor allem den durch diese bedingten edaphischen Bedingungen angepasst sind.

Dies sehen wir z. B. in Osteuropa (Russland, Rumänien), wo die kontinentale Waldgrenze aus lichten Eichenwäldern gebildet wird die sich in der Steppe auflösen, worüber zahlreiche Untersuchungen der russischen Forscher zeugen. Edaphische, nicht klimatische Ursachen verhindern, wie es Tanfiljew (1894) darlegt, das Vorkommen der Eiche in der Steppe, dies bezeugen auch die Erfahrungen beim Wald von Weliki-Anadol bei Mariupol (Busch, 1936, S. 150). Neuerdings wird die künstliche Bewaldung der Steppe in grosszügiger Weise in Angriff genommen (Stepanow, 1927). Wäre das möglich bei einem baumfeindlichen Klima?

In Rumänien kommen nach Enculescu (1924) in der Steppe Gestrüppe mit einigen eingestreuten kleinen Bäumen vor. Dies weist jedenfalls darauf hin, dass das Klima der rumänischen Steppe nicht gehölzfeindlich ist. Dass das Fehlen der Bäume in erster Linie edaphischen Ursachen zuzuschreiben ist, ersieht man daraus, dass in der Steppe *Robinia pseudoacacia* angepflanzt wird (Enculescu, l. c., S. 319) und dass diese Anpflanzungen auf sandigem Boden besonders gut gedeihen.

Wäre das Steppenklima baum- bzw. gehölzfeindlich, so würde *Robinia pseudoacacia* in der Steppe auch auf sandigem Boden nicht mehr wachsen können.

Dass das Steppen- bzw. Wüstenklima an und für sich nicht allen Gehölzen feindlich ist, sondern nur einigen von ihnen, deren Anzahl allerdings sehr bedeutend ist und die Anzahl der an dieses Klima angepassten Arten bedeutend überschreitet, ersieht man aus der Aufstellung von Bazilewskaja (1935), die ein Verzeichnis der in den verschiedenen Wüsten der Erdoberfläche

wachsenden Bäume enthält, deren Anbau in den Wüsten Russlands zu empfehlen wäre.

Anschliessend an die Steppen will ich die alpinen Matten berühren. Solche haben wir im Mittleren Atlas, bei Timhadit, gesehen und bei El Hajeb; aber es waren Matten vom Vieh der örtlichen Einwohner beweidet, an Stelle der vernichteten Wälder entstanden. Es sind also sekundäre Matten. Der Klimax wäre bei Timhadit ein Wald aus *Cedrus atlantica.* Ob es primäre Matten im Atlas gibt, kann ich nicht entscheiden, vermute aber, es werden, so wie es auch in Griechenland und Kleinasien der Fall ist, xerophile Vereine sein, die den Hartwiesen nahestehen und vielleicht eine Art Kombination zwischen dem Duriherbosum und Siccidesertum einerseits und dem Frigoridesertum anderseits darstellen.

II. Das Problem der Wüste.

Den Dämon der Wüste, nennt Auer (1935) das Austrocknungsphänomen, das Vorrücken der Wüste in den verschiedensten Teilen der Erde. Einen Kontinentalisierungsprozess nennt er weiter diese Erscheinung.

Diesen «Dämon der Wüste» habe ich in Marokko und Algerien überall bemerken können. Überall dringt hier die Wüste vor auf Kosten der Halbwüste oder auf Kosten von aus Bäumen und Sträuchern bestehenden Vereinen, oder aber es bilden sich steppenartige Vereine, Hartwiesen. Inwieweit dieser Prozess durch Klimaverschlechterung bedingt wird, wie es nach Auer anderswo der Fall ist, kann ich nicht entscheiden, aber dass durch menschlichen Einfluss dieser «Dämon der Wüste» gefördert wird, ist nicht zu bezweifeln.

Es ist mir nicht gelungen, eine erschöpfende Definition der Wüste zu finden. Walther (1911, S. 8) gibt eine auf rein naturwissenschaftlicher Basis aufgebaute Definition, ohne jedoch die Fülle der Merkmale zu klassifizieren, andere wieder greifen nur ein einziges Merkmal heraus, wie z. B. Berg (1911, S. 164) das Klima. Neuerdings bezeichnet Semewski (1933, S. 9) die Wüste als ein Territorium, mit weniger als 200 mm Niederschlag, das vom Menschen nicht oder nur auf primitive Weise und ohne grösseren Aufwand an Arbeit ausgenutzt wird, so dass es bei der

Ausnutzung nicht verbessert, sondern vielmehr verschlechtert wird. Den Faktor «Mensch» finden wir auch in der Definition Abolins (1934, S. 7), nämlich «Wüsten sind extraaride Gebiete der Erdoberfläche, in denen die natürliche Auswahl in erster Linie vor sich geht, und anhaltender ständiger Ackerbau nur mit Hilfe künstlicher Bewässerung möglich ist.»

Eins ist jedenfalls sicher, Wüste ist ein landschaftlicher Begriff, kein phytosoziologischer. Die Pflanzengesellschaft der Wüste, wenn wir von einer solchen sprechen können, ist die Trockeneinöde bzw. das Siccidesertum. Von diesen wollen wir hier sprechen. Jedoch müssen wir hinzufügen, dass gerade bei der Wüste das landschaftliche Moment vor dem nur gering ausgebildeten phytosoziologischen in den Vordergrund tritt, so dass sich nicht selten Wüste mit Trockeneinöde decken wird.

So wie ich es mit der Steppe getan habe, können wir auch hier eine primäre von einer sekundären Wüste unterscheiden, oder vielmehr, soziologisch gesprochen, ein primäres Siccidesertum, eine primäre Trockeneinöde und eine sekundäre Trockeneinöde; denn mit Trockeneinöden haben wir es zu tun in Marokko und im Süden von Oran. Überaus häufig stellt sich in Marokko als Degradationsprodukt des Waldes und des Gestrüpps eine sekundäre Wüste ein, entweder direkt oder aber als Folge der Degradation der sekundären Hartwiese.

Je weiter nach Süden, von Casablanca aus, desto ausgeprägter ist der Wüstencharakter, insbesondere bei Tiznit ist die sekundäre Trockeneinöde an Stelle eines lichten, vielleicht savannenartigen Waldes entstanden und Tiznit selber macht den Eindruck einer Oase in der Wüste. Den gleichen wüstenartigen Eindruck macht die Umgebung von Marrakesch. Primär ist die Wüste bei Ain Sefra und Figuig im Süden von Oran. Jedoch kommt hier in der Nähe der Ortschaften ein Typus der primären Wüste vor, den ich degradierte primäre Wüste nennen möchte, d. h. durch menschlichen Einfluss dermassen veränderte Wüste, dass die Vegetation gänzlich oder fast gänzlich verschwunden ist. Dies ist der Fall in der nächsten Nähe der Ortschaft Beni Ouif, wo als Reste der Wüsten der nördlichste Vorposten der *Acacia Raddiana* wächst, die Vegetation sonst aber fast vernichtet ist. Eine degradierte primäre Trockeneinöde ist die Umgebung von Figuig. Die

Wüste ist hier gänzlich von Vegetation entblösst; es ist wie eine grosse, flache Senke, die man auch als ausgetrocknete Sebcha ansehen könnte. Oder aber die Abwesenheit der Vegetation könnte als durch grössere Trockenheit bedingt gedeutet werden, im Gegensatz zu der umliegenden, etwas höher gelegenen Wüste, die durch ihre höhere Lage mehr Niederschläge erhalten dürfte. Als sekundäre Einöde sehe ich die felsigen, wüstenähnlichen Flächen an, die, an die Alvarböden des Nordens erinnernd, zwischen Mazagan und Safi auftreten.

In der Ausbreitung der sekundären Trockeneinöde im Gebiete des Mittelmeeres an Stelle von Vereinen aus Gehölzen, liegt nichts Aussergewöhnliches vor. Vergessen wir doch nicht, dass das Klima des Mittelmeergebietes durch einen ariden Sommer charakterisiert ist. Dadurch ist die Ausbildung gewisser, die Trockenheit liebende Vereine begünstigt. Aber innerhalb dieses Gebietes gibt es wiederum verschiedene Gradationen der Trockenheit. Emberger (1930, S. 644) unterscheidet ja u. a. ein arides und ein semiarides Mittelmeerklima und die südlichen Teile von Marokko, sowie auch Brauns «domaine maurétano-steppique» gehören zu den Gegenden, die ein solches Klima aufweisen.

Aber auch in andern Teilen des Mittelmeergebietes begegnen wir sekundären Wüsten; auch hier macht sich der «Dämon der Wüste» bemerkbar. Dies ist z. B. in Griechenland der Fall, wo ich zwei Typen der sekundären Wüste als Degradationsprodukt des Waldes beobachtet habe: auf Kalkboden und auf Serpentin. Erstere Wüsten sind die weiten, verkarsteten Gebiete, z. B. im Taygetos und anderswo, wo zu dem trockenen Klima noch die edaphische Trockenheit hinzukommt. Die Serpentin-Wüste ist weniger ausgedehnt, aber ich habe sie z. B. am Fusse des Parnon auf dem Peloponnes gut ausgebildet gesehen.

III. Quercus Ilex und das Problem der Baumgrenze.

Grosse Wälder aus *Quercus ilex* bedecken die Höhen des Hohen und des Mittleren Atlas, wo das *Quercus ilex*-Gestrüpp bis an die Waldgrenze hinaufgeht. Die untere Grenze beträgt 1000 bis 1100 m (Braun-Blanquet et Maire, l. c., S. 109). Ausserdem wurde auf der 7. I. P. E. *Quercus ilex* auf dem Djebel Aissa bei Ain Sefra angetroffen. Die Verbreitung von *Quercus ilex* in

Marokko ist äusserst interessant im Vergleich zu seiner Verbreitung in Europa.

Auf der Iberischen Halbinsel ist nach Willkomm (1896, S. 96) *Quercus ilex* in fast ganz Spanien und Portugal in der untern und der Bergregion verbreitet, aber die grössten Bestände kommen nur im südlichen Teil der Halbinsel vor. In Südfrankreich ist das Quercetum galloprovinciale die Klimaxassoziation der Ebene (Braun-Blanquet, 1933, S. 716).

In Italien charakterisiert, nach Lüdi (1935, S. 6), das *Quercetum ilicis* die eigentliche mediterrane, immergrüne Stufe der Apenninenhalbinsel mit dem Klima der Sommerdürre und der warmen feuchten Winter. Floristisch stimmt es im weitgehendsten Masse mit demjenigen Südfrankreichs überein. Der gereifte Boden zeigt, nach Lüdi, eine Reaktion von pH ca. 6,3—7. Wie steht es nun weiter im Osten, in Griechenland, wo das Klima bedeutend trockener ist als in Italien? Adamovič (1909, S. 127, 171) spricht nur von Quercus ilex als Beimischung zum *Ornus*-Mischwald an der adriatisch-jonischen Küste bzw. als Begleitpflanze im *Cotinus*-Typus. Turill (1929, S. 133) spricht von Wäldern aus immergrünen Eichen, wie *Quercus coccifera* und *Quercus ilex*, die in verschiedenen Teilen des Landes häufig sind, ohne jedoch nähere Angaben über ihre Verteilung zu geben. Falsch ist die Angabe, dass sie selten ausgedehntere Bestände bilden, mit Ausnahme der von Kreta und des Peloponnes. Philippson (1897) erwähnt Steineichen *(Quercus ilex)* auf seinen Reisen im Epirus und in Thessalien. Ich will seine Angaben mit meinen eigenen Beobachtungen[1] zusamenstellen, sowie noch die einschlägige Literatur benutzen.

Quercus ilex ist auf den westlichen Hängen des Pindus recht häufig und bildet hier stellenweise an lokal begünstigten Stellen recht grosse Waldungen. Immer handelt es sich um tiefere Flusstäler oder Schluchten, niemals um offene Stellen, und zwar in der Stufe der immergrünen Macchia aus *Quercus coccifera* und *Arbutus*. Das Quercetum ilicis steigt an geeigneten Stellen höher hinauf als die andern Arten der Macchia, mit Ausnahme von *Quercus coccifera*, das am höchsten hinauf und am tiefsten ins

[1] In den Jahren 1934—1936.

Gebirge eindringt. Beobachtet habe ich Querceta ilicis an folgenden Stellen:

Am Agraphiotikos-Fluss bei der Manolis-Brücke, am Aspropotamos zwischen dem Kloster Tatarna und der Brücke von Tatarna, in Bachtälern und Schluchten zwischen Tatarna und Karavassaras, im Flusstal zwischen Kompoti und Skulikaria, in Schluchten am Westabhang des Gavrovo-Gebirges zwischen Skulikaria und Lepiana, unterhalb Granitsa. Philippson (1897, S. 350) erwähnt sie in der Agrapha im Tale des Agraphiotikos.

Ferner nördlich von Arta bei Livitsiko eingesprengt im *Arbutus*-Wald grosse Bäume und in kleineren Beständen in den Tälern am Westhang des Gavrovo-Gebirges. Grosse Bestände in den Tälern am Aspropotamos bei Miliana und nach Philippson (l. c., S. 286) unweit der Brücke Koraku. Vereinzelte *Quercus ilex* traf ich noch weit im Norden bei Konitsa im Epirus. Markgraf (1932, S. 25) beschreibt im nahen Albanien eine *Quercus ilex*-Macchie.

Wir sehen also, dass an der griechischen Westküste *Quercus ilex* recht weit ins Innere des Landes eindringen kann, und stellenweise auch recht ausgedehnte Bestände bildet. An der Küste selber habe ich diese Bestände nicht beobachtet, es herrscht überall, z. B. bei Parga, am Ambrakischen Meerbusen, bei Arta, Karavassaras, ein anderer Typus der immergrünen Macchia vor, soweit diese nicht zerstört ist. Auf Korfu habe ich Bestände von *Quercus ilex* nicht gesehen.

Nach Adamovič (1929, S. 51) bildet *Quercus ilex* fast auf jeder Insel an der adriatischen Küste Bestände, ferner auch kleinere von geringerer Bedeutung an verschiedenen Stellen der Küste. Es ist daher sehr möglich, dass das Fehlen solcher Bestände auf Korfu und an der gegenüberliegenden Küste auf den Menschen zurückzuführen ist. Adamovič (l. c., S. 56) erwähnt an den Küsten des adriatischen Meeres sogar eine *Quercus ilex*-Formation.

Wie steht es mit der griechischen Ostküste? Diese scheint bedeutend trockener zu sein als die Westküste, wenigstens habe ich bedeutende, darauf hinweisende Unterschiede in der Vegetation an der Ostseite des Pindus feststellen können, wo *Quercus ilex*

überhaupt nicht vorkommt. Kommt man aber näher zur Küste, so ändert sich das Bild.

So erwähnt Philippson (l. c., S. 27) am Othrys hochstämmige *Quercus coccifera* und *Quercus ilex* unterhalb des Tannenwaldes und oberhalb der echten Macchia mit *Arbutus*. Ferner erwähnt er hochstämmige *Quercus ilex* zusammen mit *Q. coccifera* im Engpass von Muzaki[2] und in einem Tal im Gebirge nordöstlich von Trikkala, also an den äussersten Ketten des Ostabhanges des Pindus. Dies widerspricht jedoch nicht meinen Beobachtungen, dass auf der Ostseite des Pindus *Quercus ilex* nicht ins Gebirge hineindringt und keine grosse, reine Bestände bildet.

Auf der von allen Seiten vom Meere umgebenen schmalen Halbinsel des Athos kommt *Quercus ilex* allein oder meist mit andern immergrünen Bäumen gemischt überall vor, mit diesen gemischte Bestände bildend.

Über die Bodenverhältnisse in den griechischen Querceta ilicis kann ich noch nichts Genaueres sagen, da meine Untersuchungen hierüber noch nicht abgeschlossen sind.

Es scheint aber, so wie Lüdi es für Italien angibt, eine Braunerde zu sein, mit mehr oder weniger dichter Humusschicht. Ich habe die *Quercus ilex*-Bestände meistens auf Flysch gesehen, es dürften aber auch *Quercus ilex* auf Kalkboden vorkommen. Roterde, wie sie Braun-Blanquet (1933) in Südfrankreich beschreibt, habe ich in Griechenland im Quercetum ilicis nicht gesehen. Roterde ist nach meinen Beobachtungen in Griechenland, im Gegensatz zu Nordafrika, nur ganz lokal ausgebildet. Ich kann daher auch nichts über den Bodenklimax in Griechenland sagen, jedenfalls ist er aber ein anderer als in Marokko.

Die Querceta ilicis sind in Griechenland floristisch von denen in Marokko sehr verschieden. Vor allem ist es hier immer die grosse Beimischung von *Quercus coccifera*, aber auch *Arbutus*-Arten und *Erica arborea* können häufig in beträchtlicher Menge auftreten. Auch hier könnte man einige Soziationen unterscheiden, doch hierin sind meine Untersuchungen ebenfalls noch nicht abgeschlossen. Ich würde aber die griechischen Querceta ilicis unter dem Namen Quercetum ilicis graecum

---

[2] 1936 waren die Berghänge dieses Engpasses nur mit Gestrüpp aus Quercus coccifera bewachsen.

zusammenfassen und andeuten, dass es eine Soziation mit *Quercus coccifera* und eine mit *Erica arborea* gibt.

Im Gegensatz zu Marokko steigt das Quercetum ilicis in Griechenland weniger hoch ins Gebirge hinauf, ich schätze die maximale Höhe auf 600—650 m. Grund hierfür ist weniger die mittlere Jahrestemperatur in Griechenland, als die geringere Luftfeuchtigkeit Griechenlands im Verhältnis zu Marokko, wie aus folgendem ersichtlich ist.

Für die Gebirgsgegenden in Marokko wollen wir folgende Angaben anführen[3]:

	Mittlere Lufttemp. C⁰	Niederschläge mm	Höhe in m
El Hadjeb . . .	14,6	664	1050
Azrou	15,2	882	1250
Timhadit . . .	11,4	373	2000

Zum Vergleich geben wir die gleichen Elemente an für einige Orte an der Meeresküste:

	Mittlere Lufttemp. C⁰	Niederschläge mm	Rel. Luftfeuchtigkeit %
Tanger	17,8	848	67—82
Rabat	17,0	535	75—84
Casablanca . .	17,1	396	75—84

Beim Vergleich dieser Elemente mit den entsprechenden in Griechenland (siehe unten) ersehen wir, dass die mittleren Jahrestemperaturen nicht wesentlich verschieden sind, allerdings fehlen uns für Griechenland die entsprechenden Angaben für das Gebirge. Ich vermute jedoch, dass in Griechenland, in der Höhe von El Hadjeb, Azrou, und insbesondere Timhadit die mittlere Jahrestemperatur nicht geringer sein wird als in den entsprechenden Höhen im Atlas. Höher als in Griechenland ist aber dafür in Marokko die relative Luftfeuchtigkeit, wie bei dem Vergleich der Tabellen ersichtlich ist.

Die lückenhafte Verbreitung von *Quercus ilex* in Griechenland ist ohne Zweifel eine Folge der ungleichen Luftfeuchtigkeit in den verschiedenen Gegenden des Landes. Leider ist das Netz der meteorologischen Stationen zu lückenhaft, als dass wir über genügende Angaben verfügen könnten; so fehlen uns vor allem

---

[3] Die Angaben sind Emberger et Maire (1934) entnommen.

Beobachtungsreihen aus dem Gebirge, aber einige Schlüsse können wir nichtsdestoweniger doch ziehen.

Dies ersehen wir aus folgender Tabelle, deren Angaben wir Mariolopoulos (1934) entnehmen wollen.

	Rel. Luftfeuchtigkeit %	Niederschläge mm	Mittle Lufttemp. C°
Athen	59,8	383,9	17,4
Sparta	65,2	816,6	17,4
Karpenision . .		1108,4	
Arta	71,7	1080,1	17,1
Konitsa . . .		1073,8	17,1
Korfu . . .	73,2	1171,6	17,7
Trikkala . . .	67,0	738,3	16,2

Für Konitsa und Karpenision fehlen uns die Angaben über die Luftfeuchtigkeit und die Temperatur. Dies ist um so mehr bedauerlich, als in der Nähe von Konitsa noch stellenweise Macchia-Elemente vorkommen, und *Quercus ilex,* wenn auch nicht häufig, auftritt. Karpenision ist die nächste Station für die Vorkommen bei Tatarna und in der Agrapha. In Sparta und Athen, also im südlichen Griechenland, ferner in Trikala, also in der Thessalischen Ebene, ist die Niederschlagsmenge und die Luftfeuchtigkeit sehr gering. Hier fehlt *Quercus ilex* vollständig.

Dort jedoch, wo die Niederschlagsmenge über 1000 mm beträgt und die relative Luftfeuchtigkeit 70, scheinen in Griechenland günstige Bedingungen für das Wachsen von *Quercus ilex* zu sein. So finden wir nämlich unweit von Arta, im Gebirge, wo die Niederschlagsmenge noch grösser ist, die Querceta ilicis in den geschützten Flusstälern, auch auf Korfu dürfte der Baum vorkommen, obwohl ich ihn dort nicht gesehen habe.

Aus Gesagtem ist ersichtlich, dass das Quercetum ilicis in Südfrankreich und auf der Apenninenhalbinsel als Schlussverein im Klimaxgebiete des Quercion auftritt und dass das Gebiet dieses Vereins in der Nähe der Küste liegt und wenig hoch hinaufsteigt. Griechenland gehört nicht mehr in das Klimaxgebiet dieses Vereins, sondern in dasjenige anderer Vereine aus immergrünen Bäumen und Sträuchern. Das Quercetum ilicis ist hier ein lokaler Klimaxverein oder aber vielleicht ein Paraklimax.

In Marokko und im westlichen Nordafrika ist das Quercetum ilicis von Braun-Blanquet (1928) Quercetum

ilicis subalpinum genannt, als Schlußstadium im Gebirge anzusehen. Das Klimaxgebiet des, wie sich Lüdi (1935, S. 6) ausdrückt, Quercion ilicis liegt nicht in der Ebene, sondern im Gebirge an der Waldgrenze. An der Waldgrenze finden wir hier folglich den Verein, der im nördlichen Teil des Mediterrangebietes als Klimaxverein der Ebene auftritt. Dies erinnert uns an einige andere Tatsachen, die vielleicht eine gewisse Gesetzmässigkeit darstellen.

Im nördlichen Europa ist die subarktische Zwergstrauch- und Spalierstrauchheide als Klimaxverein der Meeresküste anzusehen, wie z. B. im nördlichen Fennoskandia. Etwas weiter nach Süden ist der subarktische Birkenwald als Klimaxverein in der Ebene verbreitet.

Noch weiter im Süden, wo die Klimaxvereine der Ebene von Piceeta und Pineta gebildet werden, bildet das Betuletum die obere Waldgrenze. Noch weiter im Süden, wo der Klimaxverein in der Ebene von Laubwäldern gebildet wird, wie z. B. von Buchenwäldern, geht das Piceetum bis an die obere Waldgrenze hinauf. Im Mediterrangebiet schliesslich, dessen Klimaxvereine immergrüne Wälder und Gebüsche sind, wird die Waldgrenze von Laubwäldern und oft auch von Buchenwäldern gebildet, so z. B. auf einigen Gebirgen in Griechenland. Über die Verhältnisse der südlichen Mediterranis haben wir auch schon gesprochen.

Instruktiv ist das Gebirge bei Ain Sefra. Unten die Halbwüste, an der Waldgrenze müsste theoretisch der Klimaxverein der nördlich davon gelegenen Vegetationszone verbreitet sein. Dies wäre eine immergrüne Macchia. In der Tat begegnen wir hier dem Klimaxverein der Apenninenhalbinsel und des südlichen Frankreich, dem Quercetum ilicis. In Hogar, dessen Klimaxverein am Fusse der Wüste ist, begegnen wir oben (eine Waldgrenze gibt es ja nicht) der Hartwiese oder Halbwüste.

Ich will diese Beobachtungen in der Form eines noch näher zu erörternden Gesetzes zusammenfassen:

Der Klimaxverein an der oberen Waldgrenze eines Gebirges ist der gleiche, der in der nördlich davon gelegenen Vegetationszone verbreitet ist. Der Klimaxverein am Fusse dieses Gebirges bildet in der Vegetationszone weiter im Süden, den Klimaxverein

an der oberen Waldgrenze. Edaphische und historische Ursachen können dieses Gesetz stellenweise abändern.

So wird z. B. in einigen Gebirgen die obere Waldgrenze von Vereinen aus andern Baumarten gebildet. So z. B. im Atlas von *Cedrus atlantica,* in einigen Gebirgen des Balkans von *Pinus leucodermis* oder von *Abies cephalonica,* d. h. von Bäumen, die in der Ebene überhaupt nicht vorkommen.

IV. Das Problem der Dünen.

Hier will ich mich ganz kurz fassen. Was mir vor allem auffiel ist, dass die Ruhekomplexe (Regel, 1928) aus Kräutern, z. B. bei Mazagan, am Oued Temri, bei Mogador, bei La Macta, östlich von Oran, gebildet werden.

Im nördlichen Europa werden diese Komplexe aus Moosen, Flechten, Zwerg- (z. B. *Calluna vulgaris*) und Spaliersträuchern (z. B. *Empetrum nigrum*) gebildet, mit einigen wenigen Stauden und Gräsern, wie z. B. *Festuca polesica, Corynephorus canescens.* In Marokko und Oran dominieren die mehrjährigen Kräuter, zu denen sich noch einjährige Arten hinzugesellen. Ausserdem tritt hier im Ruhekomplex eine im Norden unbekannte Art auf, das ist *Retama Webbii.*

Bei Mogador sind es sogar Ruhekomplexe aus *Retama Webbii* mit zahlreichen Kräutern, wie z. B. bei Braun-Blanquet l. c., S. 73) ersichtlich ist. Der Klimaxkomplex ist verschieden. Bei Mogador ist es ein *Juniperus phoenicea-* oder *Callitris*-Wald. Bei La Macta sind es Kampfkomplexe aus *Ammophila arenaria, Lotus creticus, Rumex tingitanus, Pancratium maritimum, Crucianella* und zahlreichen andern Kräutern, Ruhekomplexe, in denen ausser *Pistacia Lentiscus* und *Retama,* Kräuter eine grosse Rolle spielen.

Gut ausgeprägt sind hier Deflationskomplexe mit *Lotus creticus, Retama* und Kräutern wie *Lotus creticus, Anacyclus* und andern. Auch bei Mogador gibt es Deflationen, wie bei Braun-Blanquet (l. c., S. 70) ersichtlich ist, in denen *Ononis angustissima* eine gewisse Rolle spielt. Zu den Ruhekomplexen gehören die Strauchdünen, von immergrünen Elementen der mediterranen Macchie bewachsen, wie *Pistacia lentiscus, Phillyrea.*

V. Das Problem der Oasen.

Oasen haben wir auf unserer Exkursion an zwei Stellen gesehen: die Oase von Figuig und die von Kheroua am Djebel Maiz in der Sahara. Dazu käme noch Ain Sefra, das man ebenfalls als Oase ansehen könnte.

Als Oase betrachtet man allgemein eine Vegetationsinsel in der Wüste. Von diesem Standpunkt aus gesehen, sind die erwähnten Oasen als echte Oasen anzusehen. Nur dass Figuig eine Kulturoase ist, mit Palmen bepflanzt, während die Oase von Kheroua eine Naturoase ist, mit der ursprünglichen Vegetation, die vor allem aus *Pistacia atlantica* besteht. Auch hinsichtlich der Wasserverhältnisse bestehen Unterschiede zwischen diesen zwei Oasen: die eine erhält ihr Wasser aus Brunnen und unterirdischen Quellen, die andere aus einem offenen Wasserlauf.

Physiognomisch an Figuig erinnernd mit ihren grossen Anpflanzungen aus *Phoenix dactylifera* sind Tiznit und Marrakesch. Das erstere inmitten einer sekundären Wüste gelegen, das zweite inmitten einer sekundären Hartwiese. Ich will solche Oasen, die inmitten einer nicht als primäre Wüste anzusehenden Landschaft gelegen sind, Pseudoasen nennen. Eine Pseudoase unterscheidet sich von einer echten noch dadurch, dass bei der letztern die Kulturflächen ausschliesslich innerhalb der Oase selber liegen, bei ersteren jedoch auch ausserhalb, da ja die sekundäre Wüste bzw. die sekundäre Hartwiese noch Kulturmöglichkeiten, wie z. B. Weideflächen, darbietet.

Die Oasen in den Wüsten sind den Waldinseln in der Tundra jenseits der polaren, geschlossenen polaren Waldgrenze zu vergleichen. Es besteht jedoch ein prinzipieller Unterschied: das Netz der Oasen ist bedeutend weitmaschiger als das der Waldinseln, die immer mehr oder weniger nah voneinander liegen. Ausserdem ist die an die Oase angrenzende und sie umgebende Vegetation eine Einöde, die Tundra in der die Waldinseln liegen, trägt jedoch noch eine geschlossene Vegetationsdecke, die keine Einöde ist.

Die an das Vorhandensein von Wasser gebundenen Oasen in der Wüste, die wir passierten, bringen mich auf die ähnlichen Erscheinungen im Gebiete des östlichen Mittelmeergebietes, die ich in Griechenland beobachtet habe. Es sind Edessa und Naussa.

Die grosse Menge fliessenden Wassers, das vom Vermion-Gebirge herabströmt und sich in Fällen ins Tal ergiesst, bewirkt hier eine ausnehmend reiche eutraphente Vegetation, die durchaus mitteleuropäisches Gepräge aufweist. Die Umgebung ist jedoch semiarid, im Sommer trocken. Die Ebene, die sich bis ans Meer erstreckt, ist waldlos. Im Sommer ist hier alles verbrannt und verdorrt, während im Gebiete von Edessa und Naussa alles in frischem Grün prangt. Weitet man den Begriff Oase aus, so haben wir es hier ebenfalls mit Oasen zu tun, beschränkt man ihn jedoch, wie ich es tun würde, nur auf die Vegetationsinseln inmitten einer andersgearteten Landschaft, der Wüste, so müssen wir für diese Erscheinungen, d. h. Vegetationsinseln inmitten einer andersgearteten Vegetation eine andere Bezeichnung einführen. Ich würde vorschlagen, für sie die Bezeichnung «Vegetationsinsel» zu belassen.

Literatur.

Abolin, R., Preface to «the problems of reclamation of the deserts for the purposes of plant industry». II. Leningrad 1934. Russisch.

Adamovič, L., Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer. Leipzig 1909.

— Die Pflanzenwelt der Adrialänder. Jena 1929.

Auer, V., «Aavikkopaholainen» (Der Dämon der Wüste), Terra *47*, Helsingfors 1935.

Bazilewskaja, N. A., Silvicultural resources in the deserts of the world. The problems of reclamation of the desert land for agriculture III. Leningrad 1935. Russisch.

Berg, L. S., Die Formen der russischen Wüsten. In Walther. Gesetze der Wüstenbildung. Russisch.

Braun-Blanquet, J., et Maire, R, Etudes sur la végétation et la Flore Marocaine. Mémoires Soc. Sc. Nat. Marcc. *7*, 1ère partie. Rabat 1924.

Braun-Blanquet, J., Zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse des Grossen Atlas. Festschrift für Hans Schinz. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich. *73*. Beibl. Nr. 15. Zürich 1928.

— L'association végétale climatique, unité phytosociologique, et le climax du sol dans le Midi méditerranéen. Bull. Soc. Bot. France, *80*. Paris 1933.

Brockmann-Jerosch, H., Baumgrenze und Klimacharakter. Beitr. z. Geobot. Landesaufn. d. Schweiz *6*. Zürich 1919.

— Die südpolare Baumgrenze. Festschrift Hans Schinz. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, *73*. Beibl. Nr. 15. Zürich 1928.

Busch, N. A., Pflanzengeographische Übersicht des europäischen Teils der USSR und des Kaukasus. Moskau-Leningrad 1936. Russisch.

Emberger, L., Essai d'une classification des groupements végétaux. Revue générale de botanique *42,* Paris 1930, et *45,* Paris 1933.

Emberger, L., et Maire, R., Tableau phytogéographique du Maroc. I. Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc., fasc. *37.* Rabat 1934.

Enculescu, P., Zonele de vegetatie lemnoasă din România in raport cu conditiunele oro-hidrografice, climaterice, de sol şi de subsol. Memoriile instit. geolog. al României *I.* Bucureşti 1924.

Gams, H., Die Steppenzonen von Ost- und Südeuropa und ihre Aquivalente in Mitteleuropa. Verhandl. Schweiz. Naturf. Ges. *141.* Aarau 1933.

Gordiagin, A., Materialien zur Kenntnis der Böden und der Vegetation von Westsibirien. Trudy Arbeiten der Naturf. Ges. Univ. Kasan *34,* Lief. 3, 1901. Russisch.

Humbert, H., Végétation du Grand Atlas marocain oriental. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. *15.* Alger 1924.

Keller, B., Die Pflanzenwelt der russischen Steppen, Halbwüsten und Wüsten. Lief. 1. Woronesh 1923. Russisch.

— Distribution of vegetation on the plains of european Russia. Journal of Ecology *15.* Cambridge 1927.

— Die Halbwüste bei Krasnoarmeisk (Sarepta). Vegetationsbilder herausgegeben von Karsten und Schenck. 18. Reihe, Heft 4. Jena 1927.

— Die Steppen des zentralen Schwarzerde-Gebietes. Moskau und Leningrad 1931. (Russisch.)

Korowin, E. P., Die Vegetation von Zentralasien. Moskau-Taschkent 1934. Russisch.

Korshinski, S. I., Die Steppen. Enzyklopädisches Wörterbuch von Brockhaus-Efron. *31* A. St. Petersburg 1901. Russisch.

Krasnow, L., Die Grassteppen der nördlichen Halbkugel. Moskau 1894. Russisch.

Lüdi, W., Beitrag zu einer regionalen Vegetationsgliederung der Apenninenhalbinsel. Ergebn. Internat. Pflanzengeogr. Exkurs. Mittelitalien 1934. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, *12,* 1935.

Mariolopoulos, E. G., Aperçu sur le climat de la Grèce. Bull. Soc. Belge d'Astronomie, Météorl., Phys., *11* et *12.* Bruxelles 1934.

Markgraf, F., Pflanzengeographie von Albanien. Stuttgart 1932.

Philippson, A., Thessalien und Epirus. Berlin 1897.

Regel, C., Zur Klassifikation der Assoziationen der Sandböden. Englers Bot. Jahrb. *61.* Leipzig 1928.

— Pflanzensoziologische Studien aus dem nördlichen Russland. II. Die «Tundra» am Südufer des Weissen Meeres und das Problem der sekundären Tundren. Beitr. Biol. Pflanzen *21,* Heft 1, Breslau 1933.

Rikli, M., Schröter, C., Tansley, A. G., Algerien. 2. Abteilung. Vegetationsbilder hrsg. v. Karsten und Schenck. 10. Reihe, Heft 1 bis 3. Jena 1913.

Rikli, M., und Rübel, E., Zur Kenntnis von Flora und Vegetationsverhältnissen der Libyschen Wüste. Festschrift Hans Schinz. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, *73,* Beibl. Nr. 15, Zürich 1928.

Rübel, E., Die Pflanzengesellschaften der Erde. Bern-Berlin 1930.

Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie. Jena 1908.

Semevski, B., A contribution to the problem of the Reclamation of Deserts. In the problems of reclamation of the deserts for the purpose of plant industry. I. Leningrad 1933. Russisch.

Stepanow, N. N., Waldbau in der Steppe. Moskau 1927. Russisch.

Tanfiljew, G., Die Waldgrenze im südlichen Russland. St. Petersburg 1894. Russisch.

— Die wichtigsten Grundzüge der Vegetation Russlands. In Warming, ökologische Pflanzengeographie. Russische Ausgabe. St. Petersburg 1902.

Turrill, W. B., The plant-life of the Balkan peninsula. Oxford 1929.

Walther, J., Gesetze der Wüstenbildung. Russische Auflage. St. Petersburg 1911.

Warming, E., und Graebner, P., Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin 1933.

Willkomm, M., Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der Iberischen Halbinsel. Leipzig 1896.